

## **PARÂMETROS HEMATOLÓGICOS DE JUVENIS DE TAMBAQUI ALIMENTADOS COM RAÇÕES CONTENDO FARINHA DE CRUEIRA DE MANDIOCA**

**Geraldo PEREIRA JUNIOR<sup>1\*</sup>, Expedita Maria de Oliveira PEREIRA<sup>1</sup>, Manoel PEREIRA FILHO<sup>2</sup>, Paula de Sousa BARBOSA<sup>2</sup>, Elenice Martins BRASIL<sup>2</sup>, Eduardo SHIMODA<sup>3</sup>**

1 Universidade Federal do Amazonas – UFAM. Manaus, AM – Brasil.

2 Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA. Manaus, AM – Brasil.

3 Universidade Cândido Mendes – UCAM - Campos. Campos dos Goytacazes, RJ – Brasil

\*Autor para correspondência: geraldoinpa@hotmail.com

### **RESUMO**

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de dietas com níveis crescentes de substituição do milho pela farinha de crueira de mandioca nos parâmetros hematológicos de juvenis de tambaqui. O estudo foi conduzido seguindo um delineamento experimental inteiramente casualizado com seis tratamentos (0%, 20%, 40%, 60%, 80%, 100% de substituição do milho pela farinha de crueira) e quatro repetições. Foram distribuídos 480 juvenis de tambaqui com peso inicial médio de 6,6 g, em 24 caixas plásticas redondas. Após 75 dias de cultivo, dezesseis peixes por tratamento foram capturados e anestesiados para a coleta de sangue da veia caudal e determinação dos parâmetros hematológicos. Os resultados mostraram que os diferentes níveis de crueira de mandioca mantiveram os mesmos parâmetros hematológicos (hematócrito, eritrócito, hemoglobina, volume corpuscular médio, concentração de hemoglobina corpuscular média, glicose plasmática e proteína plasmática) obtidos para os peixes alimentados com dieta sem esse ingrediente (controle), os quais não demonstraram diferenças significativas relacionadas aos diferentes tratamentos. Esse resultado demonstra que é possível substituir totalmente o milho pela farinha de crueira de mandioca em rações para juvenis de tambaqui, sem que haja comprometimentos dos parâmetros hematológicos desta espécie.

**Palavras chave:** Piscicultura, Hematologia, nutrição de peixes, carboidrato.

### **ABSTRACT**

The aim of this study was to evaluate the effects of diets with increasing levels of substitution of corn by cassava flour crueira in hematological parameters of tambaqui. The study was conducted following a completely randomized design with six treatments (0%, 20%, 40%, 60%, 80%, 100% replacement of corn for flour crueira) and four replications. We distributed 480 tambaqui with average initial weight of 6.6 g, 24 round plastic boxes. After 75 days of cultivation, sixteen fish per treatment were captured and anesthetized to collect blood from the tail vein and determination of haematological parameters. Results showed that different levels of cassava crueira remained the same hematological parameters (hematocrit, erythrocytes, hemoglobin, mean corpuscular volume, mean corpuscular hemoglobin concentration, plasma glucose and plasma protein) obtained for fish fed diet without this ingredient (control), which showed no significant differences related to the different treatments. This result demonstrates that it is possible to replace the corn by cassava flour crueira in rations for tambaqui, without compromising haematological parameters of this species.

**Keywords:** Aquaculture, hematology, fish nutrition, carbohydrate.

## 1 – Introdução

O tambaqui, *Colossoma macropomum*, é um peixe de hábito alimentar onívoro, natural do rio Amazonas, Orinoco e seus afluentes (GÉRY, 1977). Esta espécie pode alcançar mais de um metro de comprimento e 30 kg de peso vivo, sendo considerado o segundo maior peixe de escama da Bacia Amazônica (GOULDING e CARVALHO, 1982). O tambaqui é uma excelente opção para a piscicultura nacional, apresentando várias características favoráveis ao confinamento. É destacada a sua grande rusticidade, tolerância a baixas concentrações de oxigênio dissolvido na água (VAL *et al.*, 1998), boa aceitação de subprodutos agroindustriais (SILVA *et al.*, 2003) boa conversão alimentar, boa adaptação ao cultivo em cativeiro, rápido crescimento (ROUBACH *et al.*, 2003) e boa aceitação pelos consumidores (BATISTA e PETRERE JÚNIOR, 2003).

Entretanto, para se conseguir bons resultados em um cultivo comercial de peixes, o alimento consumido pelas espécies deve conter todos os nutrientes necessários ao seu desenvolvimento (PEREIRA-FILHO, 1995). Este autor chama a atenção para os gastos com a alimentação, que podem corresponder de 60 a 80% do custo total de produção em uma piscicultura. Geralmente, os nutrientes mais caros em dietas para organismos aquáticos são a proteína e a energia, sendo suas principais fontes a farinha de peixe e o milho, respectivamente (SANTOS *et al.*, 2009).

Os estudos que avaliam a substituição total ou parcial dos ingredientes comumente utilizados em rações para peixes comerciais por ingredientes alternativos são de suma importância por viabilizar a elaboração de dietas com menor custo sem perder a eficiência nutricional (BOONYARATPALIN *et al.*, 1998). Essa importância fica evidente na região amazônica, onde existe a necessidade de importação de ingredientes de outras regiões para elaboração de rações, elevando o custo final do produto (ONO, 2005). Sendo assim, a inclusão de produtos regionais em dietas para peixes tem sido amplamente investigada na Amazônia (ROUBACH e SAINT-PAUL, 1994; MORI-PINEDO *et al.*, 1999), demonstrando que a identificação de fontes alternativas de alimento é indispensável para o desenvolvimento da piscicultura na região amazônica.

Dentre os ingredientes alternativos para compor rações para peixes, destacam-se os subprodutos da mandioca (BOSCOLO *et al.*, 2002; LACERDA *et al.*, 2005; SANTOS *et al.*, 2009), a exemplo da crueira. Este subproduto é obtido na fabricação de farinha da raiz de mandioca, durante a etapa de peneiramento da massa. Por ser composta de entrecasas, fiapos e cepas, a crueira de mandioca possui diâmetro maior do que a malha da peneira, ficando retida durante o peneiramento (TAGLIARI, 1996). Apesar de não existirem dados absolutos a respeito da quantidade produzida deste resíduo, estima-se que 10% da mandioca utilizada na fabricação de farinha é eliminada na forma de crueira (CEREDA, 1994).

A influência da dieta contendo ingredientes alternativos sobre os parâmetros hematológicos de tambaqui tem sido pouco investigada (SANTOS *et al.*, 2010). Estes estudos podem ser usados como indicadores biológicos no monitoramento da saúde dos peixes, como rápida ferramenta de identificação do estresse que a dieta pode impor aos animais. Em condições estressantes é comum observar mudança no comportamento, acompanhada de várias mudanças na fisiologia e na bioquímica do peixe (TAVARES-DIAS e MORAES, 2003). Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar os parâmetros hematológicos de juvenis de tambaqui alimentados com rações contendo farinha de crueira de mandioca em substituição ao milho.

## 2 - Material e Métodos

O experimento foi conduzido no galpão experimental da Coordenação de Pesquisas em Aquicultura – CPAQ/INPA, no período de outubro de 2008 até janeiro de 2009, com duração de 75 dias.

Durante o período experimental foram aferidos os parâmetros de qualidade da água, sendo realizadas a cada sete dias, medidas de amônia ([média ± desvio]), nitrito ([média ± desvio]), gás carbônico, dureza ([média ± desvio]) e alcalinidade ([média ± desvio]) através dos métodos de colorimetria (amônia e nitrito) e titulação (gás carbônico, dureza e alcalinidade). A cada dois dias os teores de oxigênio dissolvido foi avaliado por meio de um oxímetro digital e as medidas de temperatura ([média ± desvio]) e pH ([média ± desvio]) foram aferidas com um peagâmetro digital.

As rações foram formuladas de modo a serem isoprotéicas (36% PB) e isocalóricas (4000 kcal EB/kg) com níveis crescentes (0, 20, 40, 60, 80 e 100%) de substituição do milho por farinha de crueira, sendo os grupos denominados como: controle, I, II, III, IV e V, respectivamente. Para formulação das rações experimentais foi utilizado o programa Super Crac (software para formulação de rações, 1º versão, desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa – UFV). A composição percentual e químico-bromatológica das dietas experimentais está apresentada na Tabela 1.

**Tabela 1.** Composição percentual dos ingredientes e características nutritivas das dietas experimentais com diferentes níveis de substituição do milho por farinha de crueira de mandioca (*Manihot esculenta*)

Ingredientes	Níveis de substituição da farinha de crueira (%)					
	0	20	40	60	80	100
Milho	30,0	24,0	18,0	12,0	6,0	0,0
Farinha de crueira	0,0	6,0	12,0	18,0	24,0	30,0
Óleo de soja	3,6	3,7	3,4	3,6	3,2	3,6
Farelo de soja	55	54	52,7	49,8	50,0	45,8
Farelo de glúten de milho	2,0	2,0	3,6	7,0	7,0	10,0
Farinha de carne e ossos	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	4,0
Farinha de peixe	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Fosfato bicálcico	2,0	2,8	2,8	2,3	2,3	2,1
DL-metionina	0,35	0,35	0,35	0,32	0,43	0,4
Premix	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Nutrientes (%)	Níveis de substituição da farinha de crueira (%)					
	0	20	40	60	80	100
Matéria seca (%)	93,0	94,2	93,5	93,5	94,1	94,2
Proteína bruta (%)	36,0	36,0	36,0	36,0	36,0	36,0
Extrato etéreo (%)	3,6	4,4	3,9	3,8	3,4	4,4
Cinzas (%)	7,3	7,8	8,0	7,6	7,5	7,2
Fibra bruta (%)	1,8	2,2	2,7	2,8	2,8	3,1
ENN (%)	42,0	42,9	41,2	41,7	43,7	42,8
Energia bruta (Kcal/kg)*	4000	4000	4000	4000	4000	4000
EB:PB	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0

ENN = extrativo não nitrogenado; EB = energia bruta; PB = proteína bruta.

\* Calculado segundo NRC 1996

A crueira de mandioca utilizada no experimento foi obtida em casa de farinha artesanal. Por se tratar de um produto úmido ela foi desidratada em estufa a 60 °C, por 48 horas, sendo posteriormente moída em moinho tipo martelo, com matriz fina de 0,8 milímetros. No intuito de padronizar o tamanho das partículas, todos os outros ingredientes utilizados na composição das rações passaram pelo mesmo processo de moagem.

Para o preparo das dietas experimentais todos os ingredientes foram misturados e processados em uma extrusora de rosca simples, com condicionador duplo e injeção de água (INBRAMAQ, modelo MX80), com velocidade de rosca constante e com matriz de 5 mm, para formação dos grânulos. Estes foram desidratados em estufa a uma temperatura de 60 °C, por 48 horas. As rações foram acondicionadas em sacos plásticos de 2 kg e mantidas em freezer a 5 °C negativos.

Foram distribuídos 480 juvenis de tambaqui com peso inicial médio de  $6,6 \pm 0,1$  g, segundo delineamento inteiramente casualizado, em 24 unidades experimentais (seis tratamentos (dietas) com quatro repetições), perfazendo um total de 20 indivíduos por unidade. Cada unidade experimental foi representada por uma caixa plástica redonda, com capacidade para 350 litros, abastecida com água de poço artesiano, renovação diária (10% do volume) e aeração constante. Após um período de adaptação às condições experimentais de setes dias, onde as unidades foram alimentadas com dieta contendo 36% PB, os animais passaram por um jejum de um dia para, posteriormente, serem alimentados três vezes ao dia (às 9:00, 13:00 e 17:30h) com as rações testadas, até a saciedade aparente.

Ao final da pesquisa, dezesseis peixes de cada tratamento (quatro peixes de cada unidade experimental) foram capturados aleatoriamente para coleta de amostras de sangue, para determinação das variáveis hematológicas. O sangue foi coletado através da punção do vaso caudal, utilizando-se para isto seringas heparinizadas. Para reduzir os efeitos de estresse durante a manipulação dos peixes, foi usada uma solução com anestésico, 100 mg/L de benzocaína (Gomes *et al.*, 2001). Após coleta, as amostras de sangue foram acondicionadas em frascos eppendorf® e refrigeradas para posterior análise. Objetivou-se com esta análise determinar o efeito das dietas sobre o metabolismo animal.

O hematócrito foi determinado pela técnica de microhematócrito, em um tubo capilar com 75 mm de comprimento e 1,0 mm de diâmetro interno e 1,5 mm externo. Neste tubo foi inserido sangue total por diferença de pressão, sendo posteriormente fechado em uma das extremidades e centrifugado a 1.2000 rpm, durante 10 minutos. A leitura do percentual da sedimentação dos eritrócitos foi feita em uma escala padronizada de volume celular.

Para contagem de eritrócitos, 10 µL de sangue total foi diluído em 2 ml da solução padrão, sendo posteriormente homogeneizado. Após 10 minutos de repouso, foi realizada a contagem dos eritrócitos, em câmara de Neubauer, com auxílio de um microscópio óptico com ampliação de 400 vezes. Os eritrócitos foram contados em cinco áreas de  $0,04 \text{ mm}^2$  e os valores foram expressos em unidades/L de sangue.

A concentração de hemoglobina foi determinada por método fotocolorimétrico, com utilização de kit comercial DOLES, baseado na formação de cianometahemoglobina. Para isso, 2,0 mL do reagente de Drabkin foram misturados a 10:1 de sangue. O material foi centrifugado, utilizando-se o sobrenadante para a dosagem de hemoglobina em espectrofotômetro a 540 nm de absorbância. A concentração de hemoglobina foi calculada usando-se a fórmula:  $\text{Hb (g/dL)} = \text{Absorbância da amostra} \times \text{Fator}$ , onde  $\text{Fator} = 14,3/\text{Absorbância padrão}$ . Os resultados foram expressos em g/dl.

Os índices hematimétricos: volume corpuscular médio e concentração de hemoglobina corpuscular média foram determinados após obtenção dos valores de eritrócito, hematócrito e hemoglobina de cada indivíduo, seguindo as recomendações de Wintrobe (1934). O volume corpuscular médio e a concentração de hemoglobina corpuscular média foram calculados da

seguinte forma:  $VCM (fL) = Ht * 10 / RBC$ , VCM é o volume corpuscular médio, Ht é o hematócrito e RBC é o eritrócito;  $CHCM (\%) = [g/dL] * 100 / Ht$ , CHCM é a concentração de hemoglobina corpuscular média, g é gramas e Ht é o hematócrito.

A determinação da glicose plasmática foi realizada pelo método enzimático-colorimétrico (glicose oxidase), utilizando kit comercial (Doles). As amostras de sangue foram centrifugadas para a separação do plasma dos eritrócitos. Em seguida, 10:1 de plasma de cada amostra foi diluído em 1 mL do reagente Glucox, posteriormente agitado num agitador de tubo e mantido em banho-maria a 37 °C, durante 10 minutos. As amostras foram lidas em 510 nm em espectrofotômetro. A glicose plasmática foi calculada usando-se a fórmula:  $Glicose (mg/dL) = Absorbância da amostra \times Fator$ , sendo o Fator = 100/Absorbância padrão.

A determinação das proteínas totais do plasma foi realizada pelo método colorimétrico, utilizando o reagente de biureto (kit comercial Human do Brasil). Para a obtenção das amostras do plasma, o sangue foi centrifugado numa centrífuga mini Spin da marca Eppendorff. Cada amostra de plasma (20 µL) foi diluída em 1 ml de biureto e homogeneizada por meio de agitador de tubo magnético, ficando posteriormente em repouso por 15 minutos a uma temperatura de 25 °C. Após a diluição foi efetuada a leitura da absorbância em espectrofotômetro num comprimento de onda de 550 nm. Os valores de leitura da absorbância da amostra foram aplicados na fórmula:  $Proteínas\ totais (g/dL) = (Absorbância\ das\ amostras \times 4) / (Absorbância\ do\ Padrão)$ .

Para avaliar os efeitos dos tratamentos foi usada análise de variância (ANOVA) para os parâmetros físico-químicos da água: oxigênio, temperatura, pH, dureza, alcalinidade e amônia e parâmetros hematológicos: hematócrito, hemoglobina, volume corpuscular médio, concentração de hemoglobina corpuscular média, glicose e proteína.

Por não terem atendido os pressupostos da ANOVA, foram submetidos ao teste de distribuição livre de Kruskal-Wallis ( $p < 0,05$ ) os dados de parâmetros físico-químicos da água: gás carbônico, nitrito e parâmetros hematológicos: eritrócitos.

### **3 - Resultados**

Os valores médios para as variáveis físico-químicas da água não apresentaram diferenças ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos, conforme apresentado na Tabela 2. Os valores observados estão dentro dos recomendados para peixes tropicais (Kubitza, 2003).

Os resultados para parâmetros hematológicos encontrados neste estudo (Tabela 3) sugerem que a inclusão da farinha de cruera de mandioca nas rações não causa alterações nas variáveis sanguíneas de juvenis de tambaqui, já que não ocorreram diferenças significativas entre os peixes que receberam rações com níveis crescentes de cruera e os peixes que receberam a ração controle (sem cruera de mandioca), estando os valores observados de acordo com os valores de referência para o *Colossoma macropomum* (Tavares-Dias e Moraes, 2004).

**Tabela 2.** Parâmetros físico-químicos da água, durante o período experimental (média e desvio padrão)

Parâmetro	Tratamento (% de substituição do milho por farinha de crueira de mandioca)					
	Controle (0%)	TI (20%)	TII (40%)	TIII (60%)	TIV (80%)	TV (100%)
O <sub>2</sub> diss. (mg/L)	5,6 ± 0,1	6,1±0,2	6,1±0,2	6,0±0,2	6,1±0,2	6,1±0,1
Temperat. (°C)	27,7±0,4	27,6±0,4	28,0±0,4	27,6±0,3	27,9±0,2	28,0±0,3
Ph	5,6±0,4	5,6±0,2	5,7±0,2	5,6±0,2	5,9±0,1	5,7±0,1
[NH <sub>3</sub> ] <sub>total</sub> (mg/L)	0,5±0,1	0,6±0,2	0,5±0,2	0,6±0,0	0,6±0,3	0,4±0,1
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	0,02±0,1	0,03±0,0	0,02±0,1	0,02±0,0	0,02±0,0	0,02±0,1
Dureza (mg/L)	2,1±0,2	2,3±0,3	2,0±0,3	2,0±0,1	1,9±0,1	1,9±0,1
Alcalin. (mg/L)	2,1±0,3	2,5±0,3	2,4±0,2	2,7±0,1	2,5±0,2	2,1±0,3
CO <sub>2</sub> (mg/L)	12,1±0,3	12,0±0,2	12,4±0,2	11,5±0,3	12,3±0,2	12,0±0,1

**Tabela 3.** Parâmetros hematológicos de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*), após o período experimental (Média e desvio padrão).

Parâmetros	Tratamento (% de substituição do milho por farinha de crueira de mandioca)					
	Controle (0%)	TI (20%)	TII (40%)	TIII (60%)	TIV (80%)	TV (100%)
Hematócrito (%)	30,0 ± 1,0	28,7 ± 2,3	27,9 ± 1,4	28,2 ± 4,2	28,0 ± 3,7	27,0 ± 1,0
Eritrócitos (x10 <sup>6</sup> /μL)	1,8 ± 0,1	1,7 ± 0,1	1,6 ± 0,0	1,6 ± 0,2	1,6 ± 0,2	1,6 ± 0,0
Hemoglobina (g/dL)	6,8 ± 0,5	7,1 ± 0,1	6,8 ± 0,3	6,8 ± 0,8	7,5 ± 1,0	6,9 ± 0,1
VCM (fL)	171,7 ± 6,2	163,8 ± 2,6	166,5 ± 2,7	165,6 ± 7,0	169,8 ± 2,3	165,3 ± 3,4
CHCM (g/dL)	23,5 ± 1,5	25,0 ± 1,6	24,7 ± 1,2	25,4 ± 2,4	24,3 ± 0,8	25,9 ± 1,1
Glicose (mg/dL)	104,7 ± 11,4	110,1 ± 35,8	105,7 ± 17,4	104,5 ± 27,4	107,5 ± 57,1	109,5 ± 43,1
Proteína (mg/dL)	2,4 ± 0,3	2,4 ± 0,1	2,3 ± 0,1	2,2 ± 0,1	2,4 ± 0,1	2,3 ± 0,2

VCM = volume corpuscular médio e CHCM = concentração de hemoglobina corpuscular média.

#### 4 - Discussão

Na tentativa de diminuir os custos de produção de rações para peixes, a substituição de ingredientes comerciais por ingredientes alternativos tem sido amplamente estudada na piscicultura mundial. Estes estudos também têm sido desenvolvidos na região amazônica (SILVA *et al.*, 2003), buscando minimizar a dependência de importação de ingredientes de outras regiões. Mas para que o ingrediente alternativo possa ser utilizado de maneira eficiente em rações para peixes, é necessário que além da redução no custo da ração, haja preservação do estado fisiológico dos animais.

Estudos que envolvem a hematologia como parâmetro de avaliação das respostas fisiológicas dos peixes alimentados com dietas artificiais tem sido desenvolvidos para diversas espécies (BARROS *et al.*, 2002; CHAGAS e VAL, 2003; FERRARI *et al.*, 2004), sendo essa uma ferramenta importante para se avaliar a eficiência das dietas em ambiente de cultivo (AFFONSO *et al.*, 2007). Isso porque através desse parâmetro é possível estimar, ainda que indiretamente, a condição nutricional do peixe (TAVARES-DIAS *et al.*, 2002). Para Tavares-Dias (2004), a subnutrição causada por dieta desequilibrada é um dos mais prejudiciais condições adversas para a homeostase biológica do organismo, contribuindo para o fracasso do cultivo. Exposição dos animais a situações de estresse provoca a várias respostas fisiológicas conhecidas como resposta ao stress, caracterizado por a ativação de dois componentes do sistema endócrino: catecolaminas e corticosteróides (BARTON, 2002).

Neste estudo, apesar de não haver diferenças significativas ( $p > 0,05$ ), observa-se uma tendência de aumento para a concentração de hemoglobina corpuscular média com a inclusão de farinha de cruzeira de mandioca nas rações. Isso pode ser explicado pelo maior teor de ferro encontrado na raiz da mandioca (10 mg/kg) quando comparado aos grãos de milho (4 mg/kg). Este micronutriente entra na composição da unidade heme, que junto da unidade globina, formam a hemoglobina. O átomo de ferro da unidade heme que é responsável pelo acoplamento do oxigênio e do gás carbônico, para que ocorra o transporte desses gases de acordo com a necessidade metabólica (HOWELER, 1991). Este resultado também foi reportado por Barros *et al.* (2002) ao avaliarem níveis de vitamina C e ferro no desempenho produtivo e parâmetros fisiológicos da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

O aumento no nível de glicose no sangue é caracterizado pela presença de fatores estressantes no ambiente de cultivo. Os resultados para glicose plasmática encontrados nesta pesquisa não foram alterados com os níveis de inclusão de farinha de cruzeira de mandioca nas rações. Vale a pena ressaltar que o aumento nos teores de fibra bruta nas rações foi proporcional a inclusão de farinha de cruzeira de mandioca (Tabela 1) e, mesmo assim, não houve decréscimo nos níveis de glicose no sangue. Isso demonstra a capacidade que o tambaqui possui em aproveitar alimentos fibrosos. Esse aproveitamento está relacionado com a ação da flora bacteriana gastrointestinal, que auxilia na digestão de componentes alimentares difíceis de serem digeridos (HEPHER, 1993).

Os resultados para as variáveis hematológicas observados nesta pesquisa corroboram com os obtidos por Santos *et al.* (2010) que avaliaram o estado fisiológico de juvenis de tambaqui alimentados com rações contendo níveis de inclusão de castanha da Amazônia como fonte protéica. Estes autores concluíram que é possível adicionar até 30% de castanha da Amazônia em rações para esta espécie, sem comprometer a homeostase fisiológica.

Por outro lado, discordam dos resultados encontrados por Pádua *et al.* (2009), que verificaram alterações nos níveis de hemoglobina e hematócrito de *Piaractus mesopotamicus* alimentados com diferentes níveis de rama de mandioca e teores de proteína bruta nas rações. Para os autores, esse comportamento caracteriza uma interação entre o teor de proteína bruta e a biossíntese de hemoglobina.

## 5 - Conclusão

É possível substituir totalmente o milho pela farinha de cruzeira de mandioca em rações para juvenis de tambaqui sem comprometimento dos parâmetros hematológicos desta espécie.

## 6 - Agradecimentos

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas - FAPEAM pela bolsa de estudos e suporte financeiro para execução do projeto. Ao Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia da Universidade Federal do Amazonas - UFAM pela oportunidade. Ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA pelo auxílio estrutural.

## 7 - Referências bibliografia

AFONSO, E. G.; SILVA, E. C.; TAVARES-DIAS, M.; MENEZES, G. C.; CARVALHO, C. S. M.; NUNES, E. S. S.; ITUASSÚ, D. R.; ROUBACH, R.; ONO, E. A.; FIM, J. D. I.; MARCON, J. L. Effect of high levels of dietary vitamin C on the blood responses of matrinxã (*Brycon amazonicus*). *Comparative Biochemistry and Physiology*, v. 147, p. 383-388, 2007.

BARROS, M. M.; PEZATO, L. E.; KLEEMANN, G. K.; HISANO, H.; ROSA, G. J. M. Níveis de vitamina C e Ferro para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 31, p. 2149-2156, 2002.

BARTON, B. A. Stress in fishes: A diversity of responses with particular reference to changes in circulating corticosteroids. *Integrative & Comparative Biology*, v. 42, p. 517-525, 2002.

BATISTA, V. S.; PETRERE JÚNIOR, M. Characterization of the commercial fish production landed at Manaus, Amazonas State, Brazil. *Acta Amazônica*, v. 33, p. 53-66, 2003.

BOONYARATPALIN, M.; SURANEIRANAT, P.; TUNPIBAL, T. Replacement of fish meal with various types of soybean products in diets for the Asian seabass, *Lates calcarifer*. *Aquaculture*, v. 161, p. 67-78, 1998.

BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; MEURER, F. Farinha de varredura de mandioca (*Manihot esculenta*) na alimentação de alevinos de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.). *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, p. 546-551, 2002.

CEREDA, M. P. Caracterização dos resíduos da industrialização da mandioca. In: CEREDA, M. P. (Eds), *Resíduos da industrialização da mandioca*. São Paulo; 1994. p 11-50.

CHAGAS, E. C.; VAL, A. L. Efeito da vitamina C no ganho de peso e em parâmetros hematológicos de tambaqui. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.38, p. 397-402, 2003.

FERRARI, J. E. C.; BARROS, M. M.; PEZZATO, L. E.; GONÇALVES, G. S.; HISANO, H. Níveis de cobre em dietas para tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus*. *Acta Scientiarum Animal Science*, v.26, p. 429 – 436, 2004.

GÉRY, J. Characoids of the world. Neptune: *Tropical fish Hobbyist*; 1977.

GOMES, L. C.; CHIPPARI-GOMES, A. R.; LOPES, N. P.; ROUBACH, R.; ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M. Efficacy of benzocaine as an anesthetic in juvenile tambaqui, *Colossoma macropomum*. *Journal of the World Aquaculture society*, v. 32, p. 426-431, 2001.

GOULDING, M.; CARVALHO, M. L. Life history and management of the tambaqui (*Colossoma macropomum*, Characidae): An important amazonian food fish. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 1, p. 107-133, 1982.

HEPHER, B. *Nutrición de peces comerciales em estanques*. México: Limusa; 1993.

HOWELER, R. H. Long-term effect of cassava cultivation on soil productivity. *Field Crops Research*, v. 26, p. 1-19, 1991.

KUBITZA, F. *Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões*. Jundiaí. SP: Jundiaí; 2003.

LACERDA, C. H. F.; HAYASHI, C.; SOARES, C. M.; BOSCOLO, W. R.; KAVATA, L. C. B. Farelo de mandioca (*Manihot esculenta*) em substituição ao milho (*Zea mays*) em rações para alevinos de carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*). *Acta Scientiarum*, v. 27, p. 241-245, 2005.

MORI-PINEDO, L. A.; PEREIRA-FILHO, M.; OLIVEIRA-PEREIRA, M. I. Substituição do fubá de milho (*Zea mays*, L.) por farinha de pupunha (*Bactris gasipaes*, H.B.K.) em rações para alevinos de tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1818). *Acta Amazonica*, v. 29, p. 447-453, 1999.

ONO, E. A. 2005. Cultivar peixes na Amazônia: possibilidade ou utopia? *Panorama da Aquicultura*, julho/agosto, p. 41-48, 2005.

PADUA, D. M. C.; SILVA, P. C.; PADUA, J. T.; URBINAT, E. C. Respostas fisiológicas do pacu (*Piaractus mesopotamicus*), alimentado com rama de mandioca (*Manihot esculenta*) na ração. *Ciência Animal Brasileira*, v. 10, p. 385-396, 2009.

PEREIRA-FILHO, M. *Alternativas para a alimentação de peixes em cativeiro*. In: VAL, L. A. (Eds), *Criando peixes na Amazônia*. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas; 1995. p 75-82.

ROUBACH, R.; CORREIA, E. S.; ZAIDEN, S.; MARTINO, R. C.; CAVALLI, R. O. Aquaculture in Brazil. *World Aquaculture*, v. 34, p. 28-34, 2003.

ROUBACH, R.; SAINT-PAUL, U. Use fruits and seeds from Amazonian inundated forest in feeding trials with *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) (Pisces, Characidae). *Journal Applied Ichthyology*, v. 101, p. 34-140, 1994.

SANTOS, M. Q. C.; OISHI, C. A.; PEREIRA-FILHO, M.; LIMA, M. A. C.; ONO, E. A.; AFFONSO, E. G. Physiological response and performance of tambaqui fed with diets supplemented with Amazonian nut. *Ciência Rural*, v. 40, p. 2181-2185, 2010.

SANTOS, E. L.; LUDKE, L. M.; RAMOS, A. M.; BARBOSA, J. M.; LUDKE, J. B.; RABELO, C. B. Digestibilidade de subprodutos da mandioca pela tilápia do Nilo. *Revista Brasileira de Ciência Rural*, v. 4, p. 358-362, 2009.

SILVA, J. A. M.; PEREIRA-FILHO, M.; OLIVEIRA-PEREIRA, M. I. Frutos e sementes consumidos pelo tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) incorporados em rações. Digestibilidade e velocidade de trânsito pelo trato gastrointestinal. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 32, p. 1815-1824, 2003.

TAVARES-DIAS, M.; MORAES, F. R. *Hematologia de peixes teleósteos*. Ribeirão Preto, SP: Tavares-dias; 2004.

TAVARES-DIAS, M.; MORAES, F. R. Características hematológicas da *Tilapia rendalli* Boulenger, 1896 (Osteichthyes: Cichlidae) capturada em "Pesque-Pague" de Franca, São Paulo, Brasil. *Bioscience Journal*, v.19, p. 103-110, 2003.

TAVARES-DIAS, M.; MATAQUEIRO, M. I.; PERECIN, D. Total leukocyte counts in fishes by direct or indirect methods. *Boletim Instituto de Pesca*, v. 28, p. 155-161, 2002.

TAGLIARI, P. S. Agro-indústria de mandioca de mandioca: desafios para os pequenos empresários. *Agropecuária Catarinense*, v. 9, p. 37-42, 1996.

WINTROBE, M. M. Variations on the size and hemoglobin content of erythrocytes in the blood of various vertebrates. *Folia Haematologica*, v. 51, p. 32-49, 1934.

VAL, A. L.; SILVA, M. N. P.; ALMEIDA-VAL, V. M. F. Hypóxia adaptation in fish of the Amazon: a never-ending task. *South African Journal of Zoology*, v.33, p. 107-114, 1998.